Aula 7

EVOLUÇÃO HUMANA

META

Discutir o processo de formação da espécie humana, em seus aspectos biológicos, ecológicos e comportamentais.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
Compreender a historia evolutiva humana;
Compreender a importância dos mecanismos evolutivos na origem e diversidade genética das populações humanas;

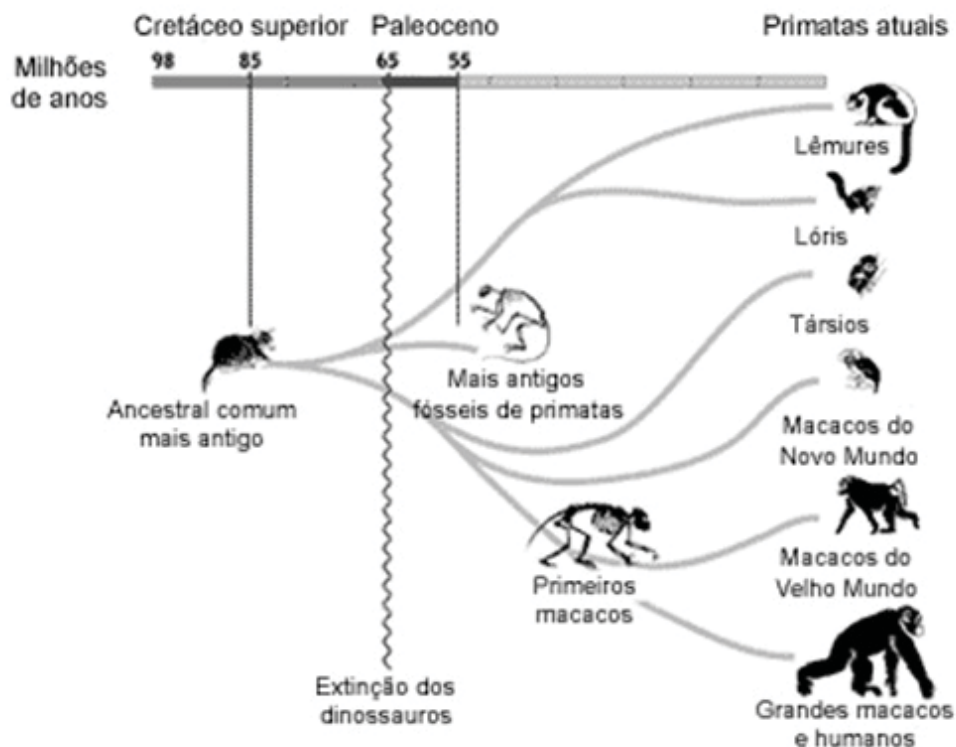
PRÉ-REQUISITO

Antes de iniciar o estudo da Evolução Humana, faça uma leitura sobre tempo geológico.

Silmara de Moraes Pantaleão

INTRODUÇÃO

Neste capítulo finalizamos o estudo da evolução biológica, aprendendo sobre a Evolução Humana (ou Antropogênese), uma das áreas mais controversas da Biologia. Embora pertença a categoria animal e seja classificado dentro dela, os seres humanos tem nuances e características que o afastam dos outros animais: na fala, no andar ereto, nas infinitas possibilidades de analisar, planejar, abstrair e construir ideias e mundos. O que nos torna animais, pois somos regidos pelas mesmas leis biológicas e ecológicas que os outros seres? Essa resposta nos coloca no meio do cenário da Evolução Biológica junto com os outros animais, mas a resposta mais fascinante, que tem nos movido a descrever, classificar, comparar, procurar é: o que nos torna humanos? A resposta a essa pergunta conta nossa história, uma longa procura!

Os traços que definem a espécie humana foram construídos ao longo de milhares de anos, com a evolução dos primatas.

Origem dos primatas.
(Fonte: http://www.icb.ufmg.br).

A evolução primata se inicia com a extinção em massa no final do Cretácio (65ma), quando a espécie ancestral sobrevivente ocupou os espaços deixados pelos grandes répteis. Assim se inicia a Era dos Mamíferos, quando os primatas sofreram um processo de irradiação adaptativa (processo onde uma espécie ancestral se distribui por diferentes ambientes) com um aumento no tamanho do corpo e ampliação da dieta. O registro fóssil mostra os primeiros exemplares dos primatas no fim do Cretáceo e do Paleoceno. Semelhantes aos mamíferos primitivos, suas características relevantes desenvolvidas e aperfeiçoadas são aquelas relacionadas à vida arborícola:

Figura 7.2 - Mãos e pés dos primatas.

a) Polegares oponíveis nas mãos e pés, ao invés de garras, com almofadas nos dedos; com mãos e pés preênseis, especializados para agarrar e manter equilíbrio nas árvores.
b) Membros especializados para a vida arborícola;
c) Olhos em posição frontal, com visão conjunta dos dois olhos, que permite visão estereoscópica, em três dimensões. A coordenação mão-olho foi essencial para os ancestrais de vida arborícola.

Seus exemplares modernos são os prossímios insetívoros: Lêmures, Lóris, Társios, Indri e Mussaranho, restritos atualmente a ilha de Madagascar e florestas tropicais.

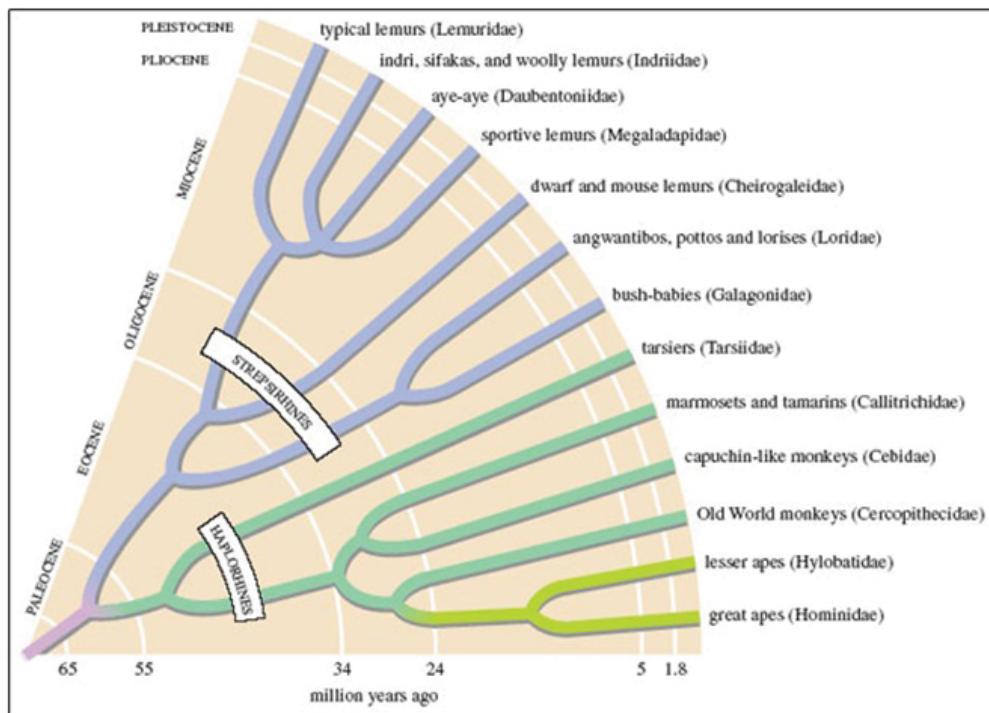



Figura 7.3 - Prossímios atuais:1. Lêmure; 2. indri, 3. Mussaranho; 4. Lóris; 5. ai-ai; 6. Társios (Fonte: http://openlearn.open.ac.uk).

Em sua maioria, os primatas *Anthropoides*, têm características mais avançadas, com cérebros maiores e faces diminuídas em relação ao crânio. Dentre eles, encontramos: os Macacos do Velho Mundo (Catarrhyni- Fig. 7.4) e os Macacos do Novo Mundo (Platyrrhini- Fig. 7.5).

Figura 7.4 - Macacos do Velho Mundo.
(Fonte:http://www.sheppardsoftware.com).

Figura 7.5 - Macacos do Novo Mundo
(Fonte:http://www.sheppardsoftware.com).

O que os distingue é a separação da cavidade orbital da fossa temporal por uma estrutura óssea, a barra pós-orbital, que confere uma face característica, praticamente imutável desde o Mioceno:

Catarríneos: têm focinho; narinas unidas e dirigidas para baixo; cauda reduzida ou ausente.

Platirríneos: Face achatada; nariz achatado; narinas duplas e afastadas entre si; hábito arborícola; cauda longa e prênsil.

Os humanos e grandes macacos estão incluídos na infraordem Catarrini, com diferenças nos padrões de cúspides dos molares, porte grande e padrões esqueléticos característicos.

As principais características entre os humanos modernos e outras espécies vivas de Hominóides, relacionadas com o bipedalismo, está na estrutura da coluna vertebral, pelve, esqueleto das pernas e pé; outras, não menos importantes, incluem: o polegar oponível desenvolvido, diferenças na estrutura esquelética das mãos e braço; face e mandíbula curta e posição do "*foramen magno*" (articulação entre a coluna e o crânio) mais abaixo; diferenças nos dentes e na forma da mandíbula; cérebro aumentado e capacidade para a linguagem.

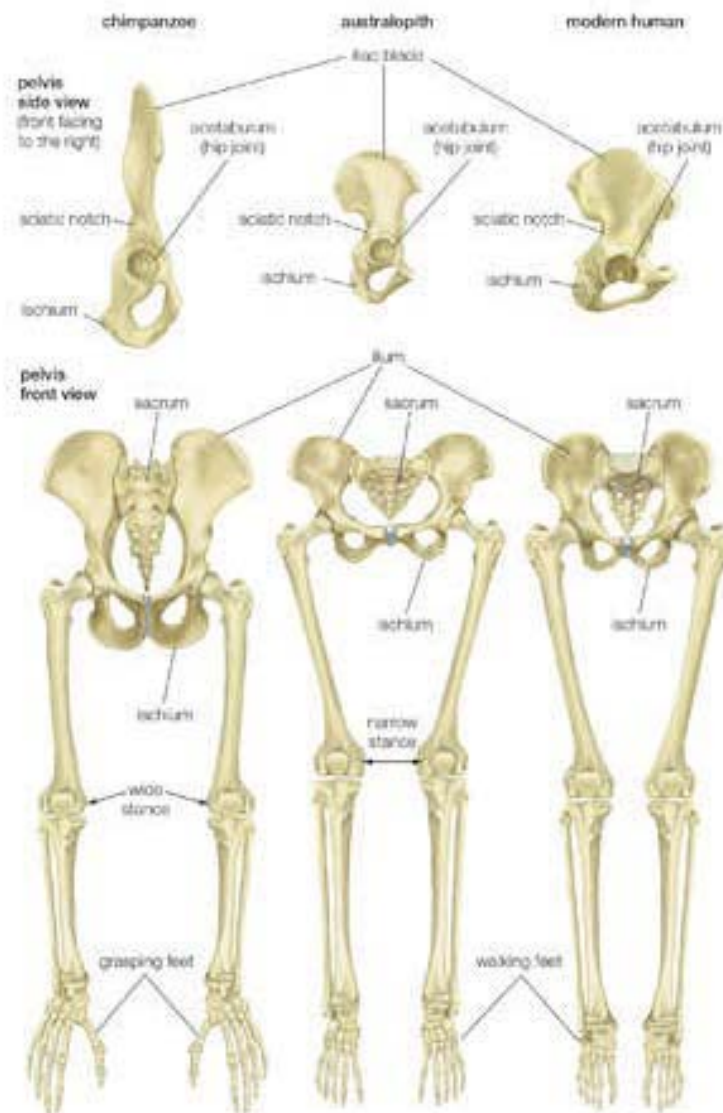



Figura 7.6 – Estrutura da pelve e membros superiores e inferiores dos primatas. (Fonte:http://www.illustrationsource.com).

A MODIFICAÇÃO DA MANDÍBULA

Os humanos modernos apresentam forte redução da mandíbula com um arranjo ósseo produzindo uma "ponta" (eminência mentoniana). A redução do focinho determinou o recuo dos ossos maxilar e mandibular. Como consequência, houve uma modificação na morfologia dos ramos horizontais da mandíbula e da maxila: formada por um único osso (o mandibular, com ossos esquerdo e direito, unidos pela sínfise mandibular). É considerada uma tendência evolutiva.

DIFERENÇAS ENTRE HUMANOS E GRANDES MACACOS:

As diferenças entre nós e os grandes macacos está marcada nos padrões de bandas dos cromossomos (Fig.7.7), nas sequências aminoácidas e dos alelos (Fig. 7.8): somos 98,5% iguais geneticamente. Não há grandes diferenças em mutações de ponto entre os dois genomas (apenas 1,23%) nem em outras alterações: as duplicações (2,7%) e inserções/deleções (3,0%) de segmentos cromossômicos. As duplicações de segmentos maiores que 20 milhões de nucleotídeos são 33% específicos de humanos e 17% específicas de chimpanzés.

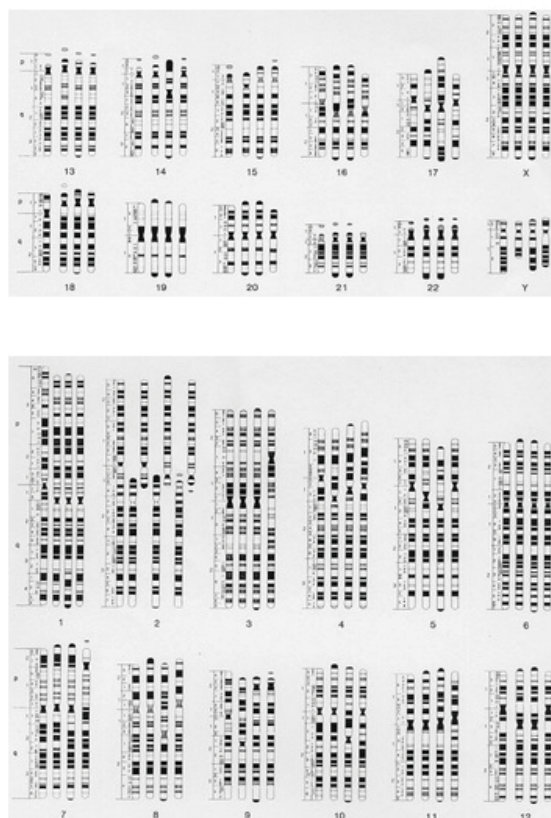



Figura 7.7 - Comparação dos cariótipos de homem e chimpanzés
(Fonte: http://jessicaluanabio.blogspot.com.br).

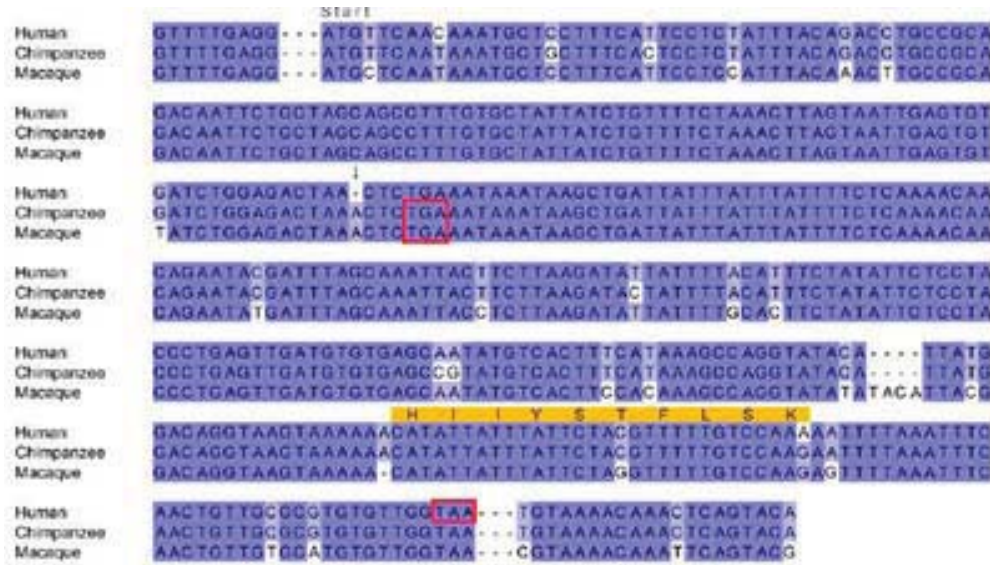



Figura 7.8 - Diferenças de seqüência de DNA entre humanos, chimpanzé e macacos. (Fonte: http://biologuistas.blogspot.com.br).

Estudos de sequenciamento de 11.000 genes do genoma de gorila da planície ocidental foram comparados com os dos humanos modernos, *Homo sapiens*, e os dos chimpanzés, mostrando que os gorilas se separaram da linhagem humano-chimpanzé há cerca de 10 milhões de anos. Homens e chimpanzés emergiram como espécies diferentes a cerca de quatro milhões de anos depois, uma ideia que coincide com as evidências fósseis.

(veja noticia em http://tecnologia.uol.com.br/ultimas-noticias/afp/2012/03/07/genes-de-macacos-mostram-que-temos-gorilas-entre-nos.jhtm).

REGISTRO FOSSIL DOS HOMINOIDEA

As diversas árvores filogenéticas encontradas na literatura atrapalham uma classificação uniforme do registro fóssil dos Hominadae, principalmente devido ao conceito tipológico de espécie aplicado, que se baseia em diferenças individuais. Outro fator é a dificuldade na datação dos diferentes fragmentos ou partes de esqueletos encontrados. Por esses motivos, o que se pode avaliar são as linhas gerais da evolução humana. Veja a lista completa de fósseis em:

http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista_de_f%C3%B3sseis_da_evolu%C3%A7%C3%A3o_humana

OS PRIMEIROS BÍPEDES

Durante o início do Plioceno, cerca de 5 milhões de anos atrás, aparece o gênero *Australopithecus* na África, considerado os mais antigos hominídeos (Fig. 7.9).

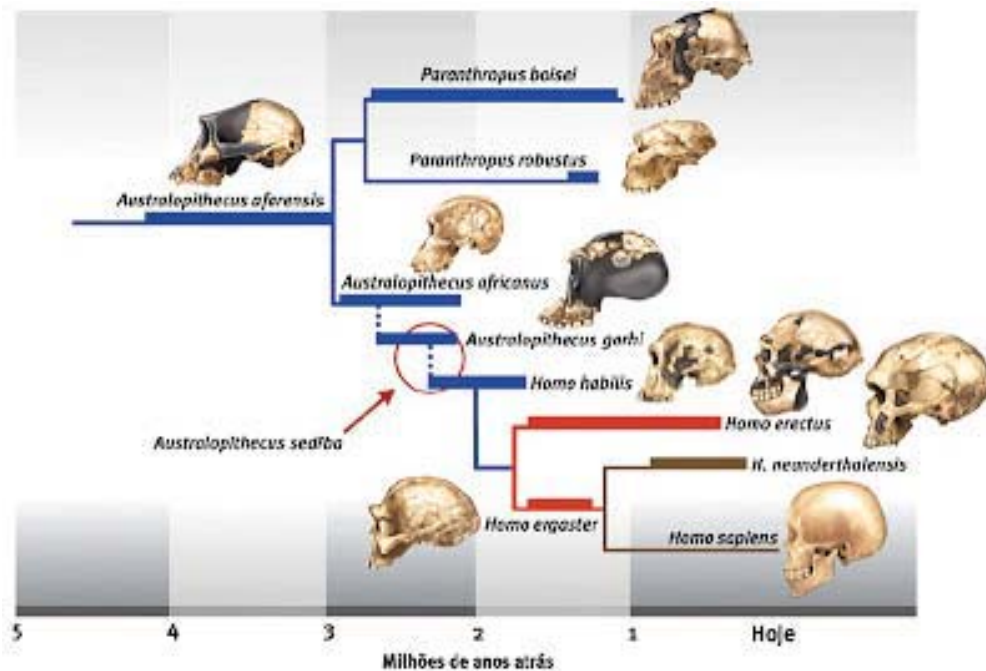



Figura 7.9 - Os Australopitecus
(Fonte: http://allthatmattersmaddy32.blogspot.com.br).

Este gênero inclui um grupo diverso de espécies bípedes com cérebros pequenos, semelhante ao dos símios (cerca de 500 cm3), em relação ao tamanho do corpo. Pesquisas recentes revelam que os primeiros hominídeos viveram entre 7 e 1,2 milhões de anos atrás. Os dois grupos mais representativos são os A. afarensis e o A. africanus (Fig. 7.10 e 7.11 12), encontrados em duas formas: “grácil” e “robusta”. Os gráceis tinham caninos menores, face estreita e capacidade craniana de 494 cm3, enquanto os robustos tinham forma maior, mais pesada e capacidade craniana de cerca de 500cm3.

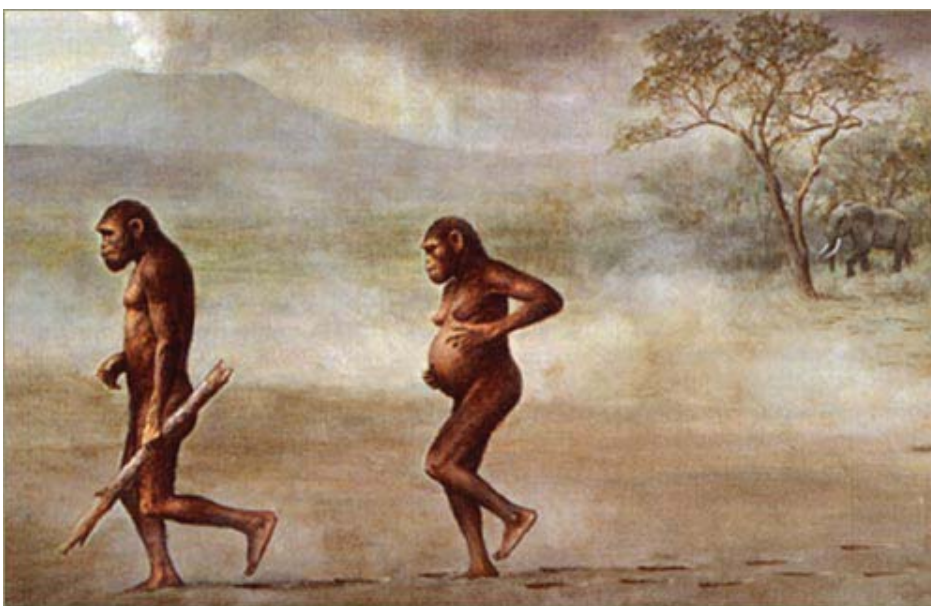



Figura 7.10 - A. afarensis
(Fonte: http://www.pbs.org).

Figura 7.11 - A. robustus
(Fonte: http://martiecoetser.hubpages.com).

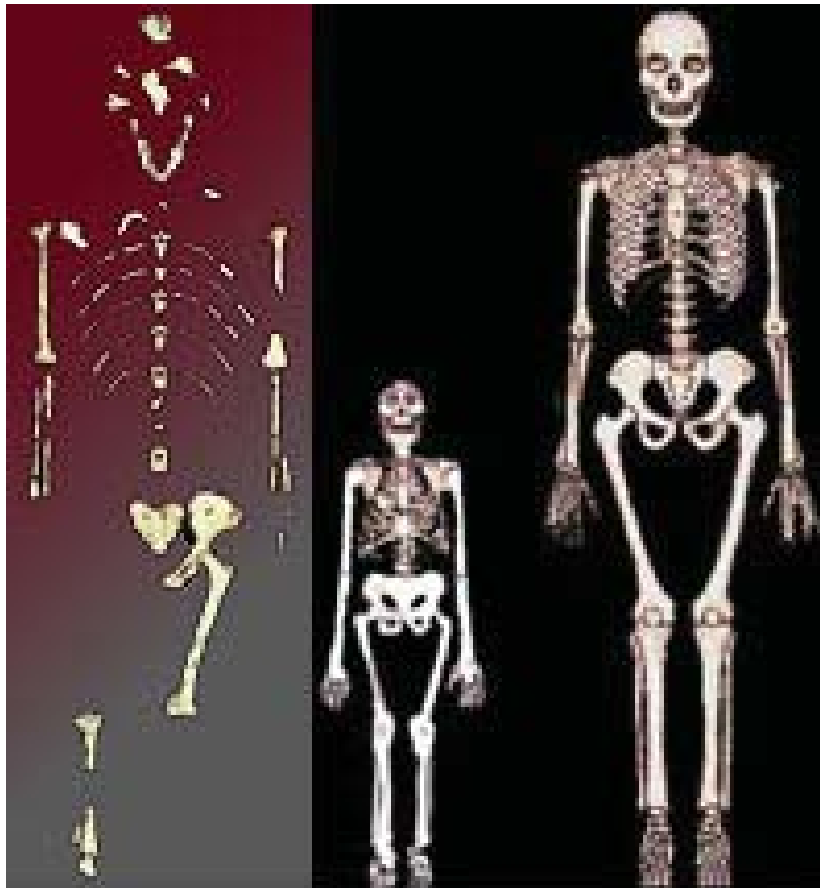



Figura 7.12 - Esqueleto de Lucy (a esquerda), um austalopitecus afarensis, que foi batizada em homenagem a musica dos Beatles "Lucy in the sky with Diamonds". A direita, Lucy comparada a uma fêmea humana moderna.
(Fonte: http://www.columbia.edu).

Eles tinham características comuns com os macacos, como: ossos dos dedos curvos, caninos projetados e crânios pequenos; no entanto, eram bípedes, como mostra a estrutura da pelve, perna e pé. A comprovação veio em 1960, quando um grupo de cientistas descobriu em Laetoli, Tanzânia, pegadas de A. afarensis preservadas em cinzas vulcânicas de 3,6 milhões de anos atrás. Os *Australopithecus robustus* (ou *Paranthropus robustus* e *P. boisei*), tinham um esqueleto bem desenvolvido, com uma crista craniana bem pronunciada para a fixação dos músculos da mastigação, dentes enormes e mandíbulas fortes. Robert Broom recuperou a primeira amostra de um australopiteco robusto em 1938 em uma caverna sul-africana.

O primeiros exemplares do gênero *Homo*, do qual somos o unico exemplar remanescente, é o *Homo habilis*, de forma grácil, que apareceu entre 1,8 a 1,0 ma.

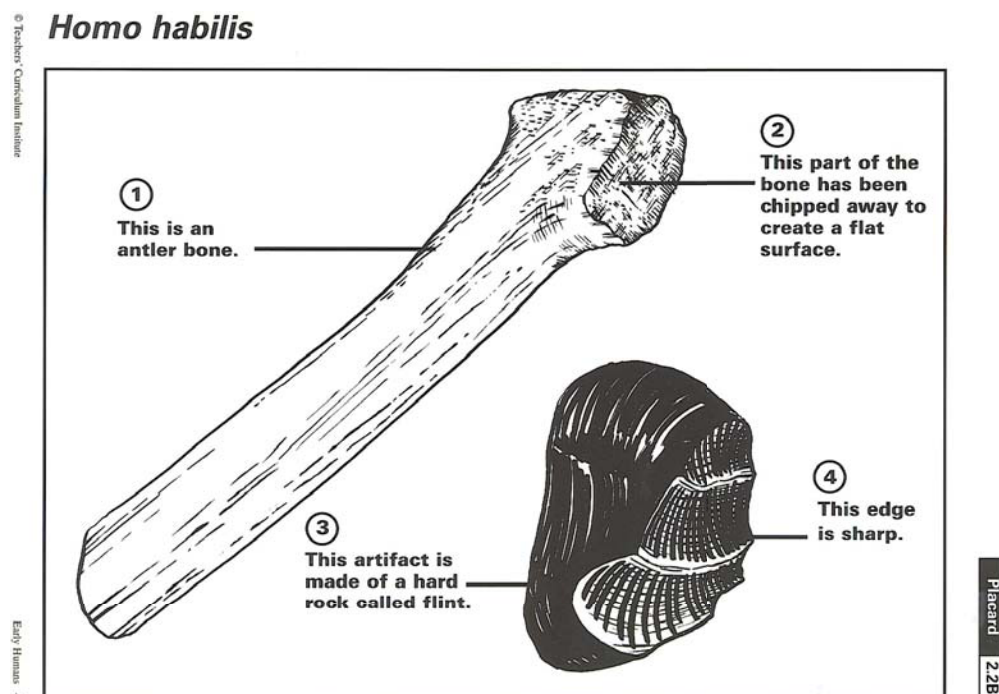



Figura 7.13 - Homo habilis uso de pedras e ossos como ferramentas
(Fonte: http://www.mitchellteachers.net).

Eles tinham crânios maiores (cerca de 656 cm3) que os *Australopithecus*; foram assim denominados por terem a capacidade de construir ferramentas, mesmo toscas, de pedras ou ossos. Foram contemporâneos dos *Australopitecus*, mas possuíam diferenças marcantes além do tamanho do cérebro, como: arcada dentária em forma de U, como nos humanóides, e ossos das mãos com capacidade maior de força e precisão.

A característica que inicia e distingue o gênero *Homo* é o andar bípede e ereto, que liberou as mãos e contribuiu indiretamente para o crescimento do cérebro. Vamos ver como se analisa essas 2 características humanas:

O ANDAR ERETO

No fim do Pleistoceno (2 a 3 ma), existiam três espécies de hominídeos vivendo paralelamente, com características tipicamente humanas, já mencionadas. Elas apareceram à medida que as pressões ambientais e os mecanismos de sobrevivência exigiram mudanças. Esses hominídeos já traziam características de seu passado arborícola: a boa visão, tridimensional e a cores e o cérebro grande. O focinho já havia desaparecido, ficando a face mais plana e o crânio mais arredondado. A arcada dentária já tinha a forma humanoide e braços e pernas já pareciam com as nossas.

Com a postura bípede e a cabeça erguida, repousada sobre a coluna vertebral. Mesmo sendo mais instável e desvantajosa (lembrem-se das dores nas costas!), os hominóides tiveram as mãos liberadas para o manuseio de objetos, transporte de materiais e filhos, e podiam vigiar os arredores com um alcance maior, fora das arvores. Se lembrarmos que os chimpanzés usam essa posição para realizar essas mesmas atividades, mesmo que por pouco tempo, entenderemos que esse caráter foi selecionado á medida que a evolução prosseguia, tornando-se característico do gênero.

À medida que as savanas avançavam e as florestas recuavam, devido ao clima, o hominídeo explorador foi tomando lugar e, nesse momento o crescimento do cérebro foi essencial.

O cérebro humano

Na década de 60, o cientista Halph Holloway comparou 140 moldes interiores de crânios de hominídeos primitivos e observou que tanto australopitecíneos quanto o *H. habilis* já possuíam uma configuração cerebral humana. Ao comparar o peso cerebral ao peso do corpo (índice de progressão) observou que os australopitecos, com 21,4 pontos, já eram humanos (capacidade varia entre 9 e 53 pontos).

Nesse estudo também foi encontrado, marcado no interior do cérebro, a região da fala- o "centro de Broca", que coordena os músculos da boca, língua e laringe. Nos *H. habilis* era menos desenvolvida que nos *H. erectus*.

Atividades como a caça e seu planejamento, a troca de informações, a proteção do grupo e a formação de agrupamentos familiares são fatores que fizeram a passagem do *H. habilis* ao *Homo erectus*, o *homo explorador*.

Seus fósseis são datados de 1,5 ma a mais ou menos 200.00 anos. Viviam na África, sudeste da Ásia e, em torno de 300.00 anos, no sul da Europa. Eles mostram características mais avançadas: cérebro maior (de 850 cm3 a 1200 cm3), mandíbula reduzida, mas ainda com arcadas supraciliares salientes e falta de queixo. Porém, os tipos mais modernos já têm aparência quase *sapiens* (Fig.7.14).

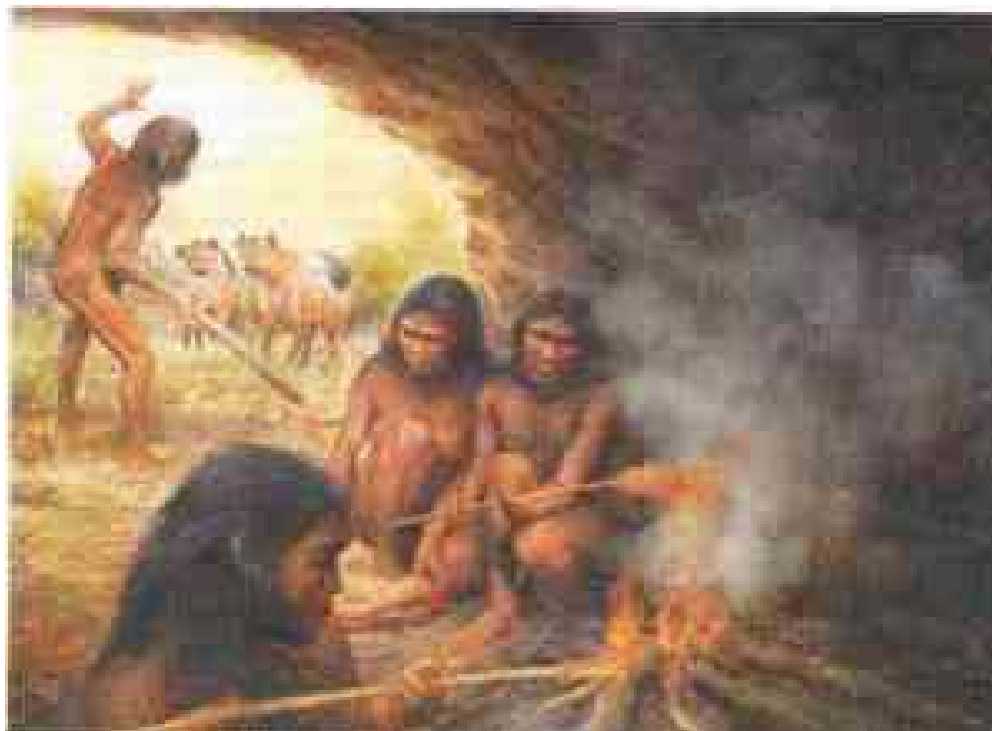



Figura 7.14 – Homo erectus uso pioneiro do fogo e ferramentas mais elaboradas (Fonte: http://www.mitchellteachers.net).

Os *H. erectus* destacaram-se pela fabricação de instrumentos e utensílios de pedra, madeira, pele e osso, mais especializados para o uso diário: para caça (pedras de arremesso), defesa (machados) ferramentas (enxadas) etc. Os indivíduos viviam uma vida nômade e se abrigavam em cavernas; o controle e uso do fogo (1 a l.5 milhões de anos), se tornou um marco no desenvolvimento humano, pois protegeu os indivíduos em seus assentamentos durante a noite e, segundo antropólogos, facilitou o desenvolvimento da linguagem como, por exemplo, no planejamento da caça, além de ampliar os laços familiares ou emocionais entre os indivíduos do grupo.

O controle do fogo pode ter permitido aos humanos sair da África e migrar para locais com clima mais frio (Europa e Ásia), uma vez que seus fósseis mais modernos foram encontrados na Europa e Ásia. Essa primeira grande migração na história da humanidade levou esses grupos de nômades a se adaptarem a uma variedade de ambientes, climas e situações, que se refletiram em nossa evolução.

Durante a última glaciação, os *H erectus* desenvolveram características biológicas e sociais que continuaram em nós: a falta de pêlos e o desenvolvimento de glândulas sudoríparas (associadas ao exercício da caça), a capacidade de convivência social, os rudimentos da linguagem e a fundação dos grupos familiares, entre outras. Ao final deste período, boa parte do que nos descreve como espécie estava pronto.

Como a historia humana não é linear, seria normal que muitos hominídios, em diferentes graus de evolução fossem contemporâneos. A confirmação veio de um estudo recente, onde uma nova descoberta de um crânio fóssil e dois maxilares (ambos com 2 milhões de anos) do *Homo rudolfensis* era contemporaneo de *Homo habili*s e o *Homo erectus* mostrando que, entre 2,0 e 1,7 milhoes de anos atras, várias espécies de *Homo* coexistiam na África oriental.

ORIGENS DO HOMEM MODERNO

Até recentemente, existiam 2 teorias para a origem do Homem Moderno: a da Radiação e a Multirregional:

I. A Hipótese de radiação (*Out of* Africa) propunha que os humanos modernos evoluíram a partir de uma população de *H. sapiens* arcaicos entre 200-100.000 anos atrás, que migrou da África e substituiu todas as populações humanas no mundo. Portanto a espécie atual descende desse grupo que apareceu na África.

II. A hipótese de evolução multiregional propunha que populações regionais evoluíram lentamente até humanos modernos. As características modernas apareceram em alguns grupos e se espalharam por miscigenação (fluxo gênico). Portanto, houve intercruzamentos entre populações, inclusive entre os neandertais e humanos modernos.

A Hipotese *Out of África* foi confirmada este ano, com o trabalho de Sarah Tishkoff e col. (2012), que estudou sequências gênicas em populações africanas e não africanas. Eles encontraram sequencias de DNA Neandertal em genomas de indivíduos não africanos, mas não em populações africanas, mostrando que a migração se deu no sentido África para outros continentes. Nas palavras de Tishkoff:

A África foi o local de origem de todos os seres humanos modernos e se você quiser saber mais sobre quando, onde e como nós evoluímos, você deve olhar para este continente. Ele tem uma longa história de subdivisão populacional e adaptação dessas populações a ambientes muito distintos e a uma ampla gama de fenótipos, que vão desde a baixa estatura dos pigmeus à estatura muito alta dos pastores no leste.

Esses achados concordam com as observaçoes de Darwin, que escreveu em seu livro *A Descendência do Homem* (1871):

> "É bem provável que a África tenha sido habitada por antropóides (macacos de grande porte, sem cauda) agora extintos, parentes próximos do gorila e do chipanzé; como essas duas espécies são agora as mais próximas do homem, é maior a probabilidade de que nossos antigos progenitores tenham vivido no continente africano".

HOMO SAPIENS

Mas quando apareceu o homem moderno (*Homo sapiens*), nossos representantes diretos?

A principal característica dos homens modernos é, principalmente, o tamanho do cérebro, que atinge o seu ápice com o aparecimento dos *Homo sapiens*. É nesse grupo que a fala desenvolvida e o pensamento abstrato culminam no aparecimento da cultura e da civilização humanas.

Os fósseis de *H. sapiens* datam de 0,2 ma e já aparecem no cenário evolutivo com características modernas: estrutura física próxima a do homem moderno, face mais "suave", com arcadas supraciliares menores, mandíbula reduzida, aparecimento de queixo e o cérebro maior que os anteriores (1175 cm3 a 1400 cm3), próximo do nosso.

No longo periodo de mudanças aceleradas, que ocorreu entre 800.000 a 100.000 anos, muitas espécies de *H. sapiens* apareceram. Populações da Europa e África são comumente classificadas como uma espécie diferente – o *Homo heidelbergensis*. Cerca de 300.000 anos atrás, algumas dessas populações tinham começado a transição evolutiva que iria acabar com os neandertais e outros humanos arcaicos (também chamados de *Homo sapiens* arcaico e seres humanos pré-modernos). Há 100.000 anos atrás, algumas populações evoluíram em seres humanos modernos. Outras permaneceram praticamente inalteradas (como arcadas supraciliares salientes e corpo forte e baixo) até cerca de 28.000 anos atrás, quando se tornaram extintas, como é o caso dos Neandertais.

Estes representantes do genero *Homo sapiens* (*Homo sapiens neanderthalensis*- Fig. 7.15), europeus e asiáticos por excelência, por suas caracteristicas fisicas, parecem ter juntado em si muitas das caracteristicas primitivas já desaparecidas no *H. Erectus*, por exemplo.

Figura 7.15 - *Homo sapiens* neanderthalensis (Homem de Neanderthal)- o primeiro homo a enterrar seus mortos com respeito.
(Fonte: http://domescobar.blogspot.com.br).

No imaginário humano, é o representante mais conhecido e denegrido da história humana, o verdadeiro "homem das cavernas": rude, com sua estrufura forte, mandibulas pesadas, dentes fortes, nariz largo e fala rudimentar (lembrem da área de Broca!). No entanto, ele é considerado o primeiro *Homo sapiens,* pois já tinha cérebro maior (tamanho próximo do nosso, cerca de 1400cm3), era exímio caçador, com cultura avançada na confecção de ferramentas especializadas e de bom acabamento, abrigos de peles de animais construidos para proteger, roupas confeccionadas para proteção ao frio etc. Mas o que o coloca no grupo *sapiens* é a consciencia de si mesmo, representada nos diversos exemplos de uso de ritual para enterramento de seus mortos, e cultos de "adoração de animais", como o culto ao urso encontrado em cavernas. Além disso, enterramentos encontrados em sitios arqueológicos demonstram os primeiros sentimentos humanizados, como o respeito aos doentes (piedade), velhos e crianças! Ele atravessa também a última glacial e, segundo entendemos hoje, emerge dela como o primeiro representante humano, com cultura diferenciada e controle do ambiente. Seu súbito desaparecimento dos sitios arqueológicos em torno de 30.000 anos atrás ainda geram muita polêmica e as inúmeras teorias para explicar sua extinção falam de choque com os homens modernos e mais poderosos, de guerras, doenças etc.

Os estudos moleculares utilizando DNA mitocondrial e nuclear apontam para o *Neanderthal* como uma especie diferente dos outros hominideos, com pouca evidencia de miscinação entre eles.

Para saber mais, leiam essas duas reportagens da *Ciencia Hoje* sobre os achados moleculares sobre esse hominídeo em:

http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/genetica/uma-nova-era-no-estudo-dos-neandertais e http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/03/um-novo-olhar-sobre-o-passado .

O sucessor do Homem de *Neanderthal*, o Homem de *Cro-Magnon* (Fig 7.16), representa o *Homo sapiens sapiens* (o homem especialmente racional), nosso representante direto. Seu aparecimento sucede o desaparecimento dos neandertais no registro fóssil.

Figura 7.16 – *Homo sapiens* sapiens (Homem de Cro-Magnon)
(Fonte: http://www.cienciahoje.pt
http://e-ducation.net/hominids.htm
http://mcvinicius431.blogspot.com.br).

Eles tinham estatura elevada, queixo pronunciado, crânio arredondado e testa ampla. Eramos nós! Ele traz consigo a grande revolução cultural, o apogeu técnico-cultural mais impressionante da história humana!. Com eles vem a expressão da beleza, a arte na confeção de estátuas votivas, desenhos em cavernas, artefatos de uso diário com acabamento belo e de material nobre, as primeiras aldeias organizadas, o total controle de um ambiente que culminou com a palavra escrita, as leis e as grandes civilizaçoes.

Hoje a espécie humana é uma só, representada por um mosaico de diferentes culturas, com diferentes etnias, que nao se fundamentam em nenhum mecanismo de especiação.

Mas, se nao há diferenças entre os diversos grupos humanos, como surgiram as diferentes faces da espécie humana, ilustradas nos diferentes padrões de cor da pele, cor do cabelo, alturas diferentes e comportamentos também diferentes? Se somos a única espécie com controle total do ambiente, os mecanismos que diferenciam as espécies, como mutação, seleção natural, deriva genética, atuam em nós? A resposta é sim, pois somos em essência animais, com estrutura biológica semelhante aos outros animais e seres vivos. O que nos diferencia é a cultura, a capacidade de falar, pensar, criar e contar a história do mundo e dos outros seres!

EVOLUÇÃO FISICA E MENTAL DA ESPÉCIE HUMANA X SELEÇÃO NATURAL

Na história humana, o aparecimento das caracteristicas que nos definem tanto podem ser adaptativas quando geradas pelo processo de desenvolvimento. Como a seleçao natural atuaria nelas?

Por exemplo, a demora na maturação entre o recém-nascido e os adultos, que distingue homens e outros primatas, pode ser consequência da Seleção Natural para a maturação da inteligência que é um dos traços mais característicos da evolução humana.

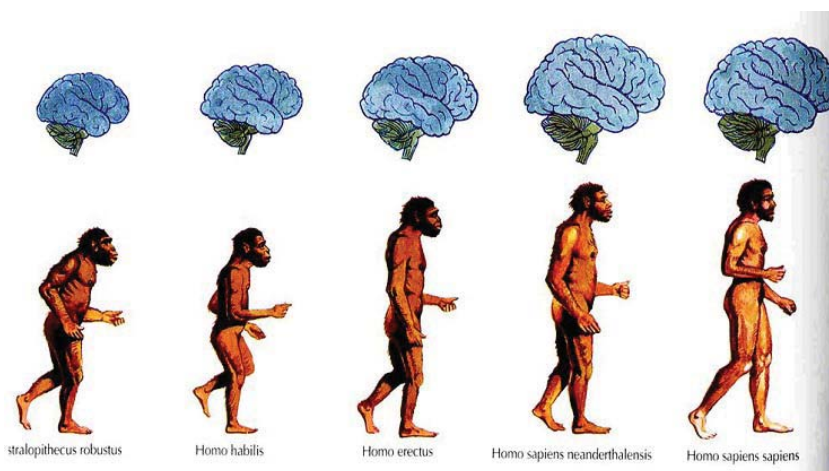



Figura 7.17 - Capacidade craniana e física dos Hominidae
(Fonte: http://repositorio.geracaoweb.com.br).

O longo tempo de maturação entre a infância e a idade adulta pode ter sido uma característica vantajosa para a seleção dessa característica.

As habilidades mentais podem ter sido acompanhada pela evolução de algumas características morfológicas, como o desenvolvimento de uma mão mais especializada, como a nossa.

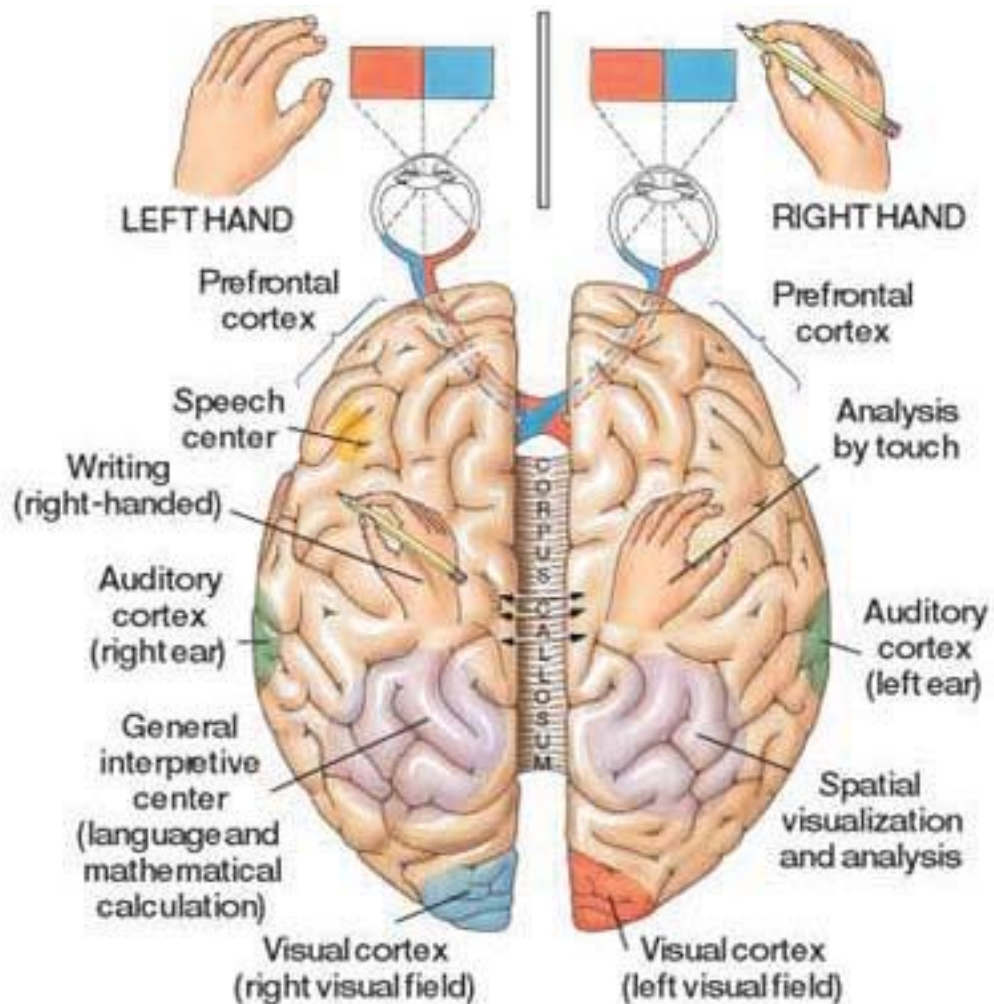



Figura 7.18 – Domínio do cérebro sobre as habilidades humanas (Fonte: http://engineuring.wordpress.com).

Por sua vez, a destreza manual depende da acuidade visual. Com a cultura, a diversidade de respostas dadas na construção do mundo visível e intelectual, todas essas habilidades juntas contribuíram para o aumento do cérebro.

A Seleção sexual também exerceu seu papel, quando as pressões culturais atuaram na receptividade contínua das femeas humanas.

O aumento da inteligência pode ser dependente da cultura, uma vez que quanto mais frequente, mais vantajosa ela é. Alguns argumentam que a competição e a agressão foram decisivas para o aumento da inteligência, o que pode ser verdade.

Mas, o que é real na história humana é que a Seleção Natural está presente nos caracteres herdados desde o homem primitivo e, como nos outros seres vivos, ela sempre atuou para manter os mais vantajosos.

Em relação à variação genética, os padrões de origem e manutenção também não diferem dos outros organismos. Estudos comparativos de proteínas e enzimas mostram níveis de heterozigosidade semelhantes ao de outras espécies que se acasalam aleatoriamente. Como nessas populações, os alelos recessivos deletérios mostram baixa frequência. Mas, dentre esses, alguns são comuns, como os do Daltonismo, que não trazem outras complicações para a sobrevivência dos organismos. O mesmo não acontece com o gene da hemoglobina S, causador da anemia falciforme; mesmo que sua frequência seja baixa, ele é prejudicial aos portadores. Nesse caso, a associação dos heterozigotos com a presença da malária manteve esse alelo nas populações.

As determinaçoes de polimorfismos genéticos em humanos torna-se mais difícil que em outros animais, devido a impossibilidade de se fazer cruzamentos controlados.

A primeira vista, olhando as diferentes populações humanas, pode parecer que as diferenças fenotípicas observadas se reflitam em grandes diferenças genéticas dentro e entre as populações. No entanto, como na espécie humana nao há mecanismos biológicos de isolamento, as diferenças observadas são devidas a ação da seleção natural, deriva genética aleatoria e aos casamentos preferenciais, fundamentados na cultura.

O fluxo gênico intenso entre diferentes populações humanas impedem uma diferenciação, contrariando o conceito altamente anti-biológico de "raças humanas". Características como a cor da pele, textura dos cabelos, forma da cabeça, estatura etc. variam de acordo com as regiões geográficas e a história das diferentes populações. A distinção das diferentes populações humanas é real, mas não se fundamenta em divergências importantes que as separem geneticamente. Os estudos sobre as diferenças entre populações humanas, realizado por Levontin, Ney e Roychoudhury entre 1972 e 1982 em locos protéicos e grupos sanguíneos de diferentes populações mostrou que a maioria das frequências gênicas divergiram por deriva genética e que 85% da variação se dá entre indivíduos da mesma população; somente 7ª a 9% entre populações. Esse estudo, corroborado hoje pela biologia molecular, derrubou de vez o conceito de "raças humanas".

Estudando a estrutura populacional na espécie humana, construida no inicio por populações pequenas de caçadores coletores, observa-se a ação da deriva genética no aparecimento de características que não trazem vantagens diretas à reprodução ou a sobrevivência. Ela é a responsável por grande parte da variação geográfica de nossa espécie, junto com a seleção natural na manutenção de características vantajosas.

Nas sociedades atuais, o intenso fluxo gênico e as migrações alteram a distribuição das características ao longo do tempo (Fig. 19).

Figura 7.19 – Espécie humana- pura diversidade
(Fonte:http://lubeheraborde.blogspot.com.br).

Como as sociedades humanas, através de ações sociais e de cuidado a saúde aumenta a sobrevivência de portadores de alelos deletérios, umas das preocupações de geneticistas humanos é que o efeito dessa intervenção possa aumentar a frequência desses alelos, selecionando e passando para as outras gerações o que, em sociedades primitivas seriam eliminados por seleção natural. Esse é o conceito de seleção relaxada, consequente à ação humana e que é objetivo de intensos debates.

EVOLUÇÃO E COMPORTAMENTO HUMANO

Nas sociedades humanas, a cultura tem grande influência na evolução biológica.

Ela atua sobre a densidade demográfica, fluxo gênico e outros agentes da seleção natural. Mas é no comportamento humano que uma grande questão é levantada: qual o peso da genética nos diferentes tipos de comportamentos humanos? A agressão, a bondade, o altruísmo, são naturais ou aprendidos?

O natural, o normal e o anormal são definições humanas baseadas na frequência, na cultura e mesmo no preconceito. Todos os genótipos, para qualquer característica, obedecem a uma "norma de reação", ou seja, dependendo do ambiente onde esse genótipo se encontre a reação a essa

condição ambiental pode ser diferente. A capacidade de resposta do nosso cérebro é infinita e exclusiva da experiência pessoal de cada um.

O grande questionamento feito por todos nós é: o que produz um Buda e um Hitler? Como se desenvolve um altruísta e um suicida?. Como todas as respostas dadas são geradas na forma bioquímica e essas são determinadas pelo DNA, o comportamento também é herdado, mas de modo multifatorial, onde gene e ambiente se complementam para dar a resposta comportamental. Assim, a chamada "natureza humana" varia do belo ao horrendo, em sua relação com o mundo.

RESUMO

Nesta aula acompanhamos a Evolução do Homem e, nessa historia, vimos que os animais humanos são direcionados pelas mesmas leis que dirigem a vida dos outros seres vivos. Mas, diferente dos outros seres, somos a única espécie que conta a história do mundo e a sua própria. Mas a resposta mais fascinante, que tem nos movido a descrever, classificar, comparar, procurar é: o que nos torna humanos? A resposta a essa pergunta conta nossa história, uma longa procura!

ATIVIDADES

Leiam o artigo: *O que é Ser Humano* e façam uma resenha sobre o assunto. http://www.slab.uff.br/textos/texto90.pdf

REFERÊNCIAS

Livros Didáticos:

1. Ridley, Mark. **Evolução.** 3ª edição, Porto Alegre: Artmed, 2006.
Um livro agradável de ler e aprender evolução.
2. Futuyma, Douglas J. **Biologia Evolutiva**. 3ª Edição. Ribeirão Preto, FUNPEC, 2009.
Um bom livro, que pode ser lido com parcimônia na graduação, mas que traz um excelente conteúdo para se entender evolução.

3. Dobzhansky, Teodosius G. **O Homem em Evolução.** 1ª edição. Ed. Columbia University, 1971.
Um clássico.

Leituras indicadas:

Darwin, C. **As Expressões das Emoções no Homem e nos Animais.** 1ª edição. Ed. Companhia de Bolso, 2009.

Sites/ aulas pdf:

Entrevista com Sarah Tishkoff e notícia sobre evidências da evolução humana a partir da África:
http://blogs.scientificamerican.com/talking-back/2012/07/26/out-of-africa-startling-new-genetics-of-human-origins/
http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/origem_africana_do_homem_e_determinada_com_precisao.html